

Information du lecteur

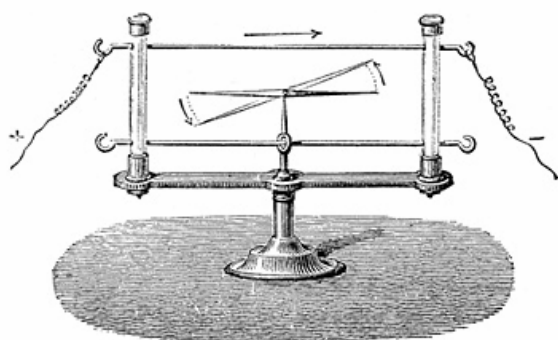


Fig. 60. — Expérience d'Ørsted.

La première partie du document ci-après est l'article publié en 1820 dans les *Annales de chimie et de physique*; comportant une annotation d'Arago, c'est la traduction du texte d'Ørsted publié en latin la même année dans le *Journal für Chemie und Physik* (reproduit après le texte français).

EXPERIMENTA CIRCA EFFECTUM, etc. *Expériences
sur l'effet du conflict électrique sur l'aiguille
aimantée.*

PAR M^r J. CHR. OERSTED,

Professeur de physique dans l'Université de Copenhague.

(Traduction.) (1)

LES premières expériences sur l'objet que j'entreprends d'éclaircir ont été faites dans les leçons que j'ai données, l'hiver dernier, sur l'électricité et le magnétisme. Elles ont montré en général que l'aiguille aimantée changeait de direction par l'influence de l'appareil voltaïque; et que cet effet avait lieu lorsque le circuit était formé, et

(1) Cet article, qui doit paraître dans le prochain Cahier de la *Bibliothèque universelle*, m'avait été communiqué, à Genève, par M. Pictet; depuis, plusieurs savans de Paris l'ont aussi reçu directement de l'auteur. Les lecteurs des *Annales* auront remarqué que nous n'accueillons pas, en général, trop à la légère, les annonces des découvertes extraordinaires, et jusqu'ici nous n'avons eu qu'à nous applaudir de cette réserve; mais à l'égard du Mémoire de M. OErsted, les résultats qu'il renferme, quelque singuliers qu'ils puissent paraître, sont accompagnés de trop de détails pour donner lieu à aucun soupçon d'erreur. J'ajouterai d'ailleurs que M. le professeur de La Rive, de Genève, qui a découvert lui-même des phénomènes extrêmement curieux avec les puissantes piles voltaïques qu'il possède, ayant bien voulu me permettre d'assister à la vérification qu'il a faite des expériences de M. OErsted devant MM. Prévost, Pictet,

non lorsqu'il était interrompu; procédé que des physiciens célèbres avaient vainement essayé il y a quelques années. Mais comme mes expériences avaient été faites avec un appareil peu énergique, et dont l'effet n'était pas aussi frappant que l'importance du fait à établir le méritait, j'invitai mon ami Esmarch, conseiller de justice de S. M., à se joindre à moi pour les répéter avec un appareil plus considérable. Nous eûmes encore pour associé et témoin M. le chevalier Vlengel, les savans MM. Hauch, Reinhardt, professeurs d'histoire naturelle, Jacobsen, professeur de médecine et très-habile chimiste, et Zeize, professeur de philosophie. J'ai fait aussi quelques expériences, à moi seul; et lorsqu'elles m'apprenaient quelque chose de nouveau, j'avais soin de les répéter en présence de ces hommes éminens dans la science.

de Saussure, Marcet, de Candolle, etc., j'ai pu me convaincre moi-même de l'exactitude des résultats principaux donnés par le savant Danois, savoir : 1° qu'un fil métallique en communication avec les deux poles de la pile agit sur l'aiguille aimantée; 2° que la nature de cette action dépend, sinon de la position de la pile, du moins de la direction dans laquelle les fluides positif et négatif se meuvent dans le fil conducteur, relativement aux poles de l'aiguille; 3° que si le fil conducteur est placé au-dessous de l'aiguille, il produira une déviation en sens inverse de celle qu'il occasionait quand il était au-dessus. M. de La Rive a fait les expériences, tantôt en tenant l'aiguille seule sous le récipient d'une machine pneumatique; tantôt en y plaçant à la fois l'aiguille et le fil conducteur : les résultats ont toujours été les mêmes. (A.)

Dans les détails qui vont suivre, j'omettrai tout ce qui m'a conduit à la découverte, et je me bornerai aux faits qui la constatent.

Notre appareil voltaïque était composé de vingt loges de cuivre rectangulaires contiguës, dont la longueur et la hauteur étaient d'environ 12 pouces, et la largeur d'environ 2 pouces et demi. Chaque loge est formée de deux lames de cuivre inclinées, de manière qu'elles puissent porter la baguette de cuivre qui soutient la lame de zinc dans l'eau de la loge voisine (1). L'eau dont on remplit les loges contient $\frac{1}{60}$ de son poids d'acide sulfurique, et un autre soixantième d'acide nitrique. La portion de chaque lame de zinc plongée dans ce liquide est un carré dont le côté est d'environ 10 pouces. On peut employer des appareils moins puissans, il suffit qu'ils soient capables de faire rougir un fil de métal.

On met en communication les poles opposés de l'appareil voltaïque, par un fil de métal que nous appellerons, pour abrégér, le fil *conducteur* ou *conjonctif*; et nous désignerons l'effet qui se manifeste dans ce conducteur et autour de lui pendant l'action voltaïque, par l'épithète de *conflict électrique*.

Qu'on suppose maintenant que la partie rectiligne de ce fil soit horizontale, et placée au-dessus et parallèlement à une aiguille de boussole librement suspendue. Il faut, de plus, que l'appareil soit constitué de ma-

(1) Cette description n'est pas claire; mais toutes les piles, quelle que soit leur construction, produisent les mêmes effets.

nière qu'on puisse à volonté fléchir le fil conjonctif pour donner à sa partie active la position qu'exige l'expérience.

Dans celle qu'on vient de supposer, l'aiguille aimantée se mouvra, de manière que, sous la partie du fil conjonctif qui est la plus rapprochée du pôle négatif de l'appareil, elle déclinera vers l'ouest.

Si le fil n'est pas à plus de trois quarts de pouce de l'aiguille, la déclinaison de celle-ci fait un angle d'environ 45 degrés. Si l'on augmente la distance, l'angle décroît à proportion. D'ailleurs, la quantité absolue de cette déviation varie selon que l'appareil est plus ou moins puissant.

On peut changer la direction du fil conjonctif vers l'est ou vers l'ouest, pourvu qu'il demeure parallèle à l'aiguille, sans autre changement dans le résultat que sous le rapport de son étendue; d'où il suit que l'effet ne peut pas être attribué à l'attraction; car le même pôle de l'aiguille qui se rapproche du fil conjonctif lorsqu'il est du côté oriental, devrait s'en éloigner lorsqu'on le place du côté occidental, si ces déclinaisons dépendaient d'attractions ou de répulsions. Le conducteur peut être composé de plusieurs fils ou bandelettes réunies en faisceau. L'espèce du métal qu'on y emploie ne change pas l'effet, mais elle influe peut-être sur son étendue. Nous avons employé avec un égal succès des fils de platine, d'or, d'argent, de laiton et de fer; des bandelettes de plomb et d'étain, et du mercure. Lorsqu'on interrompt le circuit par de l'eau, le conducteur ne perd pas tout son effet, à moins que son interruption n'ait lieu sur un espace de plusieurs pouces.

L'effet du fil conjonctif sur l'aiguille aimantée a lieu au travers du verre, des métaux, du bois, de l'eau, de la résine, des vases de terre cuite et des matières pierreuses. Toutes ces substances interposées entre le conducteur et l'aiguille ne paraissent pas diminuer sensiblement l'influence de l'un sur l'autre. Il en est de même si l'on interpose entre eux le disque d'un électrophore, une bande de porphyre, une soucoupe pleine d'eau. Nous avons éprouvé que la même influence s'exerce sur l'aiguille lorsqu'elle est placée dans une boîte de laiton remplie d'eau. Il n'est pas nécessaire de remarquer que le passage de l'électricité, ou ordinaire, ou voltaïque, au travers de ces diverses substances, n'avait pas encore été observé. Ainsi, les effets qui se manifestent dans le conflit électrique sont très-différens de ceux que l'action de l'un ou de l'autre pôle, considérés séparément, peuvent produire.

Si le fil conjonctif est disposé horizontalement sous l'aiguille, les effets sont de même nature que ceux qui ont lieu quand il est au-dessus d'elle; mais ils s'opèrent dans une direction inverse, c'est-à-dire que le pôle de l'aiguille sous lequel se trouve la partie du fil conjonctif qui reçoit l'électricité négative de l'appareil décline alors vers l'orient.

Pour se rappeler plus facilement ces résultats, on peut les rattacher à cette formule, savoir : que « le pôle au-dessus duquel entre l'électricité négative décline vers l'occident, et vers l'orient, si elle entre au-dessous de lui. »

Si le fil conjonctif (toujours supposé horizontal) est tourné graduellement de manière à former un angle de

plus en plus grand avec le méridien magnétique, la déclinaison de l'aiguille s'augmente si le mouvement du fil tend vers le lieu de l'aiguille troublée; elle diminue au contraire, s'il s'en éloigne.

Lorsque le fil conjonctif horizontal est rendu parallèle à l'aiguille (équilibrée par un petit curseur ou contre-poids), il ne la fait décliner ni à l'est ni à l'ouest; mais il l'incline dans un plan vertical, de manière que le pôle près duquel l'action négative de la pile s'exerce sur le fil s'abaisse quand le fil est situé du côté occidental, et s'élève quand il est du côté oriental.

Si l'on dispose le fil conjonctif, soit au-dessus, soit au-dessous de l'aiguille, dans un plan perpendiculaire au méridien magnétique, elle demeure en repos; à moins que le fil ne soit très-voisin du pôle de l'aiguille; car, dans ce cas, il s'élève quand l'entrée a lieu par la partie occidentale du fil, et il s'abaisse lorsqu'elle a lieu par la partie orientale.

Lorsqu'on dispose le fil conjonctif perpendiculairement vis-à-vis le pôle de l'aiguille, et que l'extrémité supérieure du fil reçoit l'électricité du côté négatif de l'appareil, le pôle de l'aiguille se meut vers l'orient; mais si on place le fil vis-à-vis d'un point entre le pôle et le milieu de l'aiguille, elle marche à l'occident. Les phénomènes se présentent dans l'ordre inverse quand l'extrémité supérieure du fil conjonctif reçoit l'électricité du côté positif de l'appareil.

Si l'on recourbe le fil conjonctif jusqu'à rendre parallèles les deux parties après la courbure, alors il repousse ou attire les deux pôles magnétiques, selon les circonstances. Si l'on dispose le fil relativement à l'un

on l'autre pôle de l'aiguille, de manière que le plan vertical qui sépare les deux côtés parallèles du fil soit perpendiculaire au méridien magnétique, et qu'alors on joigne la branche orientale du fil à l'extrémité négative de l'appareil, et la branche occidentale à l'extrémité positive, on verra que le pôle de l'aiguille le plus voisin sera repoussé vers l'orient, ou vers l'occident, selon la situation du plan des branches. Lorsqu'on fait communiquer la branche orientale du fil avec le côté positif de l'appareil, et sa branche occidentale avec le côté négatif, le pôle le plus voisin est attiré. Quand le plan des branches du fil est perpendiculaire à l'aiguille dans un point équidistant du centre et de son pôle, on a les mêmes effets, mais dans des directions inverses.

Une aiguille de laiton suspendue à la manière de celles d'acier n'est point mise en mouvement par l'influence du fil conjonctif. Il en est de même d'une aiguille faite de verre ou de gomme lacque.

Considérons pendant quelques instans l'ensemble de ces phénomènes.

Le conflit électrique n'agit que sur les particules magnétiques de la matière. Tous les corps non magnétiques sont perméables au conflit électrique; mais les corps magnétiques, ou, pour mieux dire, les particules magnétiques de ces corps, résistent au passage de ce conflit, de manière à pouvoir être mises en mouvement par l'action de ces forces qui luttent ensemble.

Il paraît, d'après les faits exposés, que le conflit électrique n'est pas renfermé dans le fil conducteur, mais qu'il a autour de lui une sphère d'activité assez étendue.

On peut aussi conclure des observations, que ce conflit agit en tournoyant; car, sans cette supposition on ne comprendrait pas comment la même portion du fil conjonctif, qui, placée en dessous du pôle magnétique, porte l'aiguille vers l'orient, la pousserait vers l'occident lorsqu'elle est au-dessus de ce pôle. Mais telle est la nature de l'action circulaire, que les mouvements qu'elle produit ont lieu dans des directions précisément contraires aux deux extrémités d'un même diamètre. Il paraît encore que le mouvement circulaire, combiné avec le mouvement progressif dans le sens de la longueur du fil conjonctif, doit former un genre d'action qui s'exerce en hélice autour de ce fil comme axe. Toutefois cette remarque ne contribue nullement à l'explication des phénomènes observés.

Tous les effets exposés tout-à-l'heure relativement au pôle nord de l'aiguille s'expliqueront aisément en supposant que la force, ou la matière négativement électrique, parcourt une spirale fléchie de gauche à droite; qu'elle pousse le pôle nord, et qu'elle n'agit pas sur le pôle sud. De même, on expliquera les effets sur ce dernier, en accordant à cette force ou à cette matière électriquement négative un mouvement dans une direction contraire, et la faculté d'agir sur le pôle sud, et non sur le pôle nord. On comprendra mieux l'accord de cette loi avec les effets observés, en répétant les expériences qu'en cherchant à développer plus longuement l'explication. On l'aurait rendue plus claire si on avait pu s'aider de figures pour désigner les directions des forces électriques autour du fil conducteur.

Je n'ajouterai qu'une considération; j'ai démontré,

dans un ouvrage publié il y a sept ans , que le calorique et la lumière composaient le conflit électrique. On peut conclure légitimement des observations que je viens de rapporter, que ces effets ont lieu par des mouvemens gyrotoires ; je me persuade que ces faits peuvent contribuer à éclaircir ceux qui ont rapport à ce qu'on appelle la polarité de la lumière.

E x p e r i m e n t a
circa effectum
Conflictus electrici in Acum
magneticam *).

Prima experimenta circa rem, quam illustrare aggredior, in scholis de Electricitate, Galvanismo et Magnetismo proxime superiori hieme a me habitis instituta sunt. His experimentis monstrari videbatur, acum magneticam ope apparatus galvanici e situ moveri: idque circulo galvanico clauso, non aperto, ut frustra tentaverunt aliquot abhinc annis physici quidam celeberrimi. Cum autem haec experimenta apparatu minus efficaci instituta essent, ideoque phaenomena edita pro rei gravitate non satis luculenta viderentur, socium adscivi amicum *Esmarch*, regi a consiliis justitiae, ut

*) Der Absicht des Hrn. Verfassers gemäß wird diese wichtige Anzeige in der Ursprache abgedruckt, worin er sie mittheilt. Ohnehin wäre zu wünschen, daß von der nunter den Gelehrten aller Völker geltenden Gemeinsprache öfters Gebrauch gemacht würde, als es neuerdings geschieht.

experimenta cum magno apparatu galvanico, a nobis conjunctim instructo, repeterentur et augerentur. Etiam vir egregius *Wleugel*, eques auratus ord. Dan. et apud nos praefectus rei gubernatoriae, experimentis interfuit, nobis socius et testis. Praeterea testes fuerunt horum experimentorum vir excellentissimus et a rege summis honoribus decoratus, *Hauch*, cujus in rebus naturalibus scientia jam diu inclaruit, vir acutissimus *Reinhardt*, Historiae naturalis Professor, vir in experimentis instituendis sagacissimus *Jacobsen*, Medicinae Professor, et Chemicus experientissimus *Zeise*, Philosophiae Doctor. Saepius equidem solus experimenta circa materiam propositam institui, quae autem ita mihi contigit detegere phaenomena, in conventu horum virorum doctissimorum repetivi.

In experimentis recensendis omnia praeteribo, quae ad rationem rei inveniendam quidem conduxerunt, hac autem inventa rem amplius illustrare nequeunt: in eis igitur, quae rei rationem perspicue demonstrant, acquiescamus.

Apparatus galvanicus, quo usi sumus, constat viginti receptaculis cupreis rectangularibus, quorum et longitudo et altitudo duodecim aequaliter est pollicum, latitudo autem duos pollices et dimidium vix excedit. Quodvis receptaculum duabus laminis cupreis instructum est ita inclinatis, ut baculum cupreum, qui laminam zincaeam in aqua receptaculi proximi sustendat, portare possint. Aqua receptaculorum $\frac{1}{10}$ sui ponderis acidi sulphurici et pariter $\frac{1}{10}$ acidi nitrici continet. Pars cujusque laminae Zinceae in aqua submersa Quadratum est, cujus latus circiter longitudinem 10 pollicum habet. Etiam apparatus minores adhiberi possunt, si modo filum metallicum candefacere valeant.

Conjunganter termini oppositi apparatus galvanici per filum metallicum, quod brevitatis causa in posterum conductorem conjungentem vel etiam filum conjungens appellabimus. Effectui autem, qui in hoc conductore et in spatio circumjacente locum habet, conflictus electrici nomen tribuimus.

Ponatur pars rectilinea hujus fili in situ horizontali super acum magneticam rite suspensam, eique parallela. Si opus fuerit, filum conjungens ita flecti potest, ut pars ejus idonea situm ad experimentum necessarium obtineat. Illis ita comparatis, acus magnetica movebitur, et quidem sub ea fili conjungentis parte, quae electricitatem proxime a termino negativo apparatus galvanici accipit, occidentem versus declinabit.

Si distantia fili conjungentis ab acu magnetica $\frac{1}{2}$ pollices non excedit, declinatio acus angulum circiter 45° efficit. Si distantia augetur, anguli decrescunt ut crescunt distantiae. Caeterum declinatio pro efficacia apparatus varia est.

Filum conjungens locum mutare potest vel orientem vel occidentem versus, dummodo situm acui parallelum teneat, sine alia effectus mutatione, quam respectu magnitudinis; itaque effectus attractioni minime tribui potest, nam idem acus magneticae polus, qui ad filum conjungens accedit, dum ei ad latus orientale positum est, ab eadem recedere deberet, quando locum ad latus occidentale occupat, si hae declinationes ab attractionibus vel repulsionibus penderent. Conductor conjungens e pluribus filis aut taeniis metallicis connexis constare potest. Natura metalli effectus non mutat, nisi forte quoad quantitatem. Fila ex pla-

tino, auro, argento, orichalco, ferro, taenias e plumbo et stanno, massam hydrargyri aequali cum successu adhibuimus. Conductor aqua interrupta non omni effectu caret, nisi interruptio spatium plurimum pollicum longitudinis complectatur.

Effectus fili conjungentis in acum magneticam per vitrum, per metalla, per lignum, per aquam, per resinam, per vasa figlina, per lapides transeunt; nam interjecta tabula vitrea metallica vel lignea minime tolluntur, nec tabulis e vitro, metallo et ligno simul interjectis evanescunt, imo vix decrescere videntur. Idem est eventus, si interjicitur discus electrophori, tabula ex porphyrita, vas figlinum, si vel aqua repletum est. Experimenta nostra etiam docuerunt, effectus jam memoratos non mutari, si acus magnetica pyxide ex orichalco aqua repleta includitur. Effectuum transitum per omnes has materias in electricitate et galvanismo antea nunquam observatum fuisse, monere haud opus est. Effectus igitur, qui locum habent in conflictu electrico, ab effectibus unius vel alterius vis electricae quam maxime sunt diversi.

Si filum conjungens in plano horizontali sub acu magnetica ponitur, omnes effectus idem sunt ac in plano super acum, tantummodo in directione inversa. Acus enim magneticae polus, sub quo ea est fili conjungentis pars, quae electricitatem proxime a termino negativo apparatus galvanici accipit, orientem versus declinabit.

Ut facilius haec memoria retineantur, hac formula utamur: Polus super quem intrat electricitas negativa ad occidentem, infra quem ad orientem vertitur.

Si filum conjungens in plano horizontali ita vertitur, ut cum meridiano magnetico angulum sensim sen-

simque crescentem formet, declinatio acus magneticae augetur, si motus fili tendit versus locum acus deturbatae; sed minuitur, si filum ab hoc loco discedit.

Filum conjungens in plano horizontali, in quo movetur acus magnetica, ope sacomatis aequilibrata, situm, et acui parallelum, eandem nec orientem nec occidentem versus deturbat, sed tantummodo in plano inclinationis nutare facit, ita ut polus, penes quem ingreditur in filum vis negative electrica deprimatur, quando ad latus occidentale, et elevetur, quando ad orientale situm est.

Si filum conjungens perpendiculare ad planum meridiani magnetici, vel supra vel infra acum ponitur, haec in quiete permanet; excepto si filum sit polo admodum propinquum: tum enim elevatur polus, quando introitus fit a parte occidentali fili, et deprimatur quando ab orientali fit.

Quando filum conjungens perpendiculare ponitur e regione polo acus magneticae, et extremitas superior fili electricitatem a termino negativo apparatus galvanici accipit, polus orientem versus movetur; posito autem filo e regione puncto inter polum et medium acus sito, occidentem versus agitur. Quando extremitas fili superior electricitatem a termino positivo accipit, phaenomena inversa occurrunt.

Si filum conjungens ita flectitur, ut ad ambas flexurae partes sibi fiat parallelum, aut duo formet crura parallela, polos magneticos pro diversis rei conditionibus repellit aut attrahit. Ponatur filum e regione polo alteriutri acus, ita ut planum crurum parallelorum sit ad meridianum magneticum perpendiculare, et conjugatur crus orientale cum termino negativo, occidentale cum positivo apparatus galvanici; quibus ita in-

structis, polus proximus repellitur, vel ad orientem vel ad occidentem pro situ plani crurum. Coniuncto crure orientali cum termino positivo et occidentali cum termino negativo, polus proximus attrahitur. Quando planum crurum ponitur perpendiculare ad locum inter polum et medium acus, iidem, tantummodo inversi, occurrunt effectus.

Acus ex orichalco, ad instar acus magneticae suspensa, effectu fili coniungentis non movetur. Etiam acus ex vitro, vel ex sic dicto gummi lacca, simili experimento subjectae in quiete manent.

Ex his omnibus momenta quaedam ad rationem horum phaenomenorum reddendam afferre liceat.

Conflictus electricus non nisi in particulas magneticas materiae agere valet. Videntur omnia corpora non-magnetica per conflictum electricum penetrabilia esse; magnetica vero, aut potius particulae eorum magneticae transitui huius conflictus resistere, quo fit, ut impetu virium certantium moveri possint.

Conflictum electricum in conductore non includi, sed, ut jam diximus, simul in spatio eircumjacente idque satis late dispergi, ex observationibus jam propositis satis patet.

Similiter ex observatis colligere licet, hunc conflictum gyros peragere, nam haec esse videtur conditio, sine qua fieri nequeat, ut eadem pars fili coniungentis, quae infra polum magneticum posita cum orientem versus ferat, supra posita eundem occidentem versus agat; haec enim gyri est natura, ut motus in partibus oppositis oppositam habeant directionem. Praeterea motus per gyros cum motu progressivo, juxta longitudinem conductoris, coniunctus, cochleam vel lineam spiralem formare debere videtur, quod tamen,

nisi fallor, ad phaenomena hucusque observata explicanda nihil confert.

Omnes in polum septentrionalem effectus, hic expositi, facile intelliguntur, ponendo, vim vel materiam electricam lineam spiralem dextrorsum flexam percurrere, et polum septentrionalem propellere, in meridionalem autem minime agere. Effectus in polum meridionalem similiter explicantur, si vi vel materiae positive electricae motum contrarium et facultatem in polum meridionalem non autem in septentrionalem agendi tribuimus. Hujus legis cum natura congruentia melius repetitione experimentorum quam longa explanatione perspicitur. Dijudicatio autem experimentorum multo fiet facillior, si cursus virium electricarum in filo conjungente signis pictis vel incisis indicatus fuerit.

Dictis hoc tantum adiciam: Demonstrasse me in libro septem abhinc annis edito, calorem et lucem esse conflictum electricum. Ex observationibus nuper adlatis jam concludere licet, motus per gyros etiam in his effectibus occurrere; quod ad phaenomena, quae polaritatem lucis appellant, illustranda perquam facere puto.

Dabam Hafniae d. 21. Julii 1820.

Johannes Christianus Oersted,

Eques auratus Ordinis Dannebrogici, in Universitate Hafniensi Prof. Physices Ord., Secretarius Societatis Regiae Scientiarum Hafniensis.